

(3)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-169910

(43)Date of publication of application : 29.06.1999

(51)Int.CI. B21B 15/00
B21B 1/26
B21B 45/00
H05B 6/10

(21)Application number : 10-133932

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 15.05.1998

(72)Inventor : NAKADA NAOKI
KITAHAMA MASANORI
NIKAIKO HIDEYUKI

(30)Priority

Priority number : 09274001 Priority date : 07.10.1997 Priority country : JP

(54) MANUFACTURE OF HOT ROLLED STEEL SHEET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To regulate the finished outlet-side temp. in the target range over the entire length of a material by heating at least a part in the longitudinal direction of a sheet bar over the entire width before finish rolling after joining, with a high frequency induction heating device.

SOLUTION: The heating with a high frequency induction heating device is executed so that the finished outlet-side temp. of the part to be heated becomes the target temp. The finished outlet-side temp. of the middle part in the longitudinal direction of a coil is set so as to be in the target temp. range, the part including at least one side of the outermost turn and innermost turn is heated with the high frequency induction heating device and it is preferable to execute finish rolling while regulating the temp. in the range of the target temp. over the entire length of the coil. Finish rolling is possible by regulating the finished outlet-side temp. so as to be not lower than the transformation point Ar3 or not higher than that. By drastically relaxing the restriction of the heating temp. of the slab and rolling speed, the finished outlet-side temp. and material are secured over the entire length of products in the target range, manufacture is executed in high yield and also the cost of energy required for heating is reduced.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-169910

(43)公開日 平成11年(1999)6月29日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号
 B 21 B 15/00
 1/26
 45/00
 H 05 B 6/10 3 8 1

F I
 B 21 B 15/00 A
 1/26 E
 45/00 N
 H 05 B 6/10 3 8 1

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願平10-133932
 (22)出願日 平成10年(1998)5月15日
 (31)優先権主張番号 特願平9-274001
 (32)優先日 平9(1997)10月7日
 (33)優先権主張国 日本 (JP)

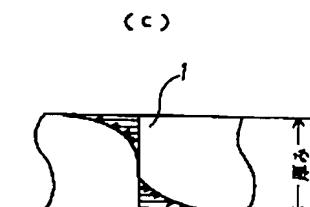
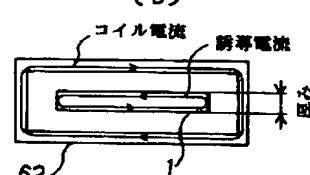
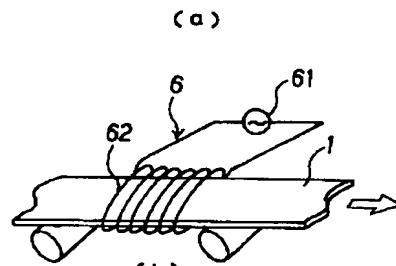
(71)出願人 000001258
 川崎製鉄株式会社
 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
 (72)発明者 中田 直樹
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内
 (72)発明者 北浜 正法
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内
 (72)発明者 二階堂 英幸
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社千葉製鉄所内
 (74)代理人 弁理士 小林 英一

(54)【発明の名称】 热延钢板の製造方法

(57)【要約】

【課題】 シートバーの長手方向に生じる温度差を効率のよい加熱手段によって低減し、さらにはスラブ加熱温度や仕上圧延速度の制限を緩和して、効率的な熱延钢板の製造方法を提供する。

【解決手段】 所定温度に加熱したスラブを粗圧延し、粗圧延したシートバーの先端部を先行シートバーの尾端部に接合し、仕上圧延して熱延钢板を製造する熱延钢板の製造方法において、接合後仕上圧延前にシートバー1の長手方向の少なくとも一部分を幅全体にわたり高周波誘導加熱装置6により加熱する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定温度に加熱したスラブを粗圧延し、粗圧延したシートバーの先端部を先行シートバーの尾端部に接合し、仕上圧延して熱延鋼板を製造する熱延鋼板の製造方法において、接合後仕上圧延前にシートバーの長手方向の少なくとも一部分を幅全体にわたり高周波誘導加熱装置により加熱することを特徴とする熱延鋼板の製造方法。

【請求項2】 所定温度に加熱したスラブを粗圧延し、粗圧延したシートバーを巻き取り、巻き戻した後、その先端部を先行シートバーの尾端部に接合し、仕上圧延して熱延鋼板を製造する熱延鋼板の製造方法において、接合後仕上圧延前にシートバーの長手方向の少なくとも一部分を幅全体にわたり高周波誘導加熱装置により加熱することを特徴とする熱延鋼板の製造方法。

【請求項3】 前記高周波誘導加熱装置による加熱は、加熱される部分の仕上出側温度が目標の温度になるように行う請求項1～2のいずれかに記載の方法。

【請求項4】 スラブを加熱する所定温度を、コイル長手方向中央部の仕上出側温度が目標の温度範囲内となるように設定し、シートバーを巻き取りした際の最外巻きおよび最内巻きの少なくとも一方を含む部分を高周波誘導加熱装置により加熱し、コイル全長にわたり、仕上出側温度を目標の温度範囲内として仕上圧延する請求項2に記載の方法。

【請求項5】 スラブを加熱する所定温度を、コイル長手方向中央部の仕上出側温度が目標の温度範囲内となるように設定し、シートバーを巻き取りした際の最外巻きおよび最内巻きの少なくとも一方を含む部分を高周波誘導加熱装置により加熱し、コイル全長にわたり、仕上出側温度をAr₃変態点以上の温度として仕上圧延する請求項2に記載の方法。

【請求項6】 スラブを加熱する所定温度を、コイル長手方向中央部の仕上出側温度が目標の温度範囲内となるように設定し、シートバーを巻き取りした際の最外巻きおよび最内巻きの少なくとも一方を含む部分を高周波誘導加熱装置により加熱し、コイル全長にわたり、仕上出側温度をAr₃変態点以下の温度として仕上圧延する請求項2に記載の方法。

【請求項7】 スラブ加熱温度を1200℃以下とし、仕上圧延後の板厚を0.8～1.1mmとすることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、熱延鋼板の製造方法に関し、特に、粗圧延後仕上圧延前にシートバー温度を有利に調整できる熱延鋼板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 热延鋼板を製造する場合、粗圧延、仕上圧延を材料であるスラブ1本ずつに対して行う従来のバ

ッチ圧延では、製品の板厚が薄くなると、シートバー（粗圧延後の材料）先端部および尾端部の仕上圧延中にループや蛇行、絞りなどが発生しやすくなり、安定製造が困難になる。この困難を克服するために、複数のシートバーを順次直列に接合し、仕上スタンド間およびランアウトテーブルにおいてある程度の張力を付与しつつ連続的に仕上圧延するエンドレス圧延と称されるプロセスが開発された。このプロセスでは、粗圧延と仕上圧延との材料送り速度差を吸収するバッファとして、シートバーをコイル状に巻いて待機させ隨時仕上圧延機に払いだす装置であるシートバーコイラが用いられる。なお、シートバーコイラ内の材料の待機時間は数十秒程度である。

【0003】 シートバーコイラ内のコイル状材料は、常に大気に曝される最外巻き部分および最内巻き部分（シートバーの先尾端部分に相当）が最もよく冷え、仕上出側温度が低く外れやすい。このため、シートバーコイラを用いたエンドレス圧延で製品を製造する際には、先尾端部のシートバーコイラ内での温度降下を補償するためにスラブ加熱温度の嵩上げが行われる。例えば、仕上板厚が1.2mm以下の薄物材で仕上出側温度（FDT）目標値がAr₃変態点以上に設定される材料では、スラブ加熱温度を1260℃とバッチ圧延の場合よりも高く設定している。

【0004】 一方、シートバーコイラ内で先尾端部分が冷えやすいという問題に対し、特開昭61-119327号公報に開示されるように、シートバーコイラの内側や出入側などに加熱装置を設置し、コイル状材料の最外巻き部分を加熱して当該部分の温度低下を防止するという方法もある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前記のように、エンドレス圧延では、コイル状材料がシートバーコイラ内で数十秒間待機する。このため、図2(a)に示すように、その間に最外巻き部分および最内巻き部分が大気放冷され、仕上入側ではこれら部分以外の定常部と比べると温度が50～100℃も低い状態になる。それゆえ、仕上出側温度目標をAr₃変態点以上とする材料、特に薄物では、先尾端部分で最低限必要なデスケーリングを行う以外、仕上圧延機内で水冷を行っていないにもかかわらず、目標の仕上出側温度が確保できず、目的とする材質を得ることができず、歩留りが悪かった。

【0006】 先尾端部分の仕上圧延速度を上げて仕上出側温度を確保しようとする案もあるが、仕上圧延後のコイルを切断し巻取機を切り替える作業を安定して行うには切断時の速度をある程度以下（例えば1000mm以下）に制限する必要があり、先尾端部分の仕上圧延速度もこれに律速される。したがって、速度アップによって先尾端部分の仕上出側温度を上げるのにも限界がある。

【0007】 仕上出側温度目標をAr₃変態点以下とする

材料では、先尾端部分の仕上出側温度を目標の範囲内とするようにスラブ加熱温度を設定するのは比較的容易だが、長手方向中央部の仕上出側温度がトップ速度（長手方向中央部での仕上圧延速度）を上げると仕上圧延機内の冷却設備を全て用いて水冷を行っても目標の範囲から高めに外れてしまうので、トップ速度が上げられない。さらに、エンドレス圧延ではバッチ圧延に比べてスラブ加熱温度が高いため、トップ速度が制限され、特に薄物の生産性が悪いという問題があった。

【0008】また、スラブ加熱温度を高くすれば、燃料コストが高くなるうえ加熱炉内の耐火物など設備の損傷が激しくなる。設備が劣化すると操業を停止させて修理を行わなくてはならなくなるため、設備の稼働時間が短くなり、生産能力が低下するなどの問題が発生する。したがって、加熱炉の設備保全性を高水準に維持するには、スラブ加熱温度をなるべく低く設定することが重要であって、望ましくは1200°C以下とした方がよい。

【0009】一方、前記特開昭61-119327号公報に開示されるようにシートバーのコイラ内の材料を加熱して先端部の仕上出側温度を確保するのは、エンドレス圧延プロセスに採用する場合に加熱の効率が悪いという問題があった。すなわち、例えばシートバーのコイラ内で図2

(b) に斜線部で示すような加熱を行うのは、温度差の大きい時点での温度差を埋めるように入熱しなければならず、しかもコイル状材料の最内巻き部分、最外巻き部分以外（コイル状材料内部側）への熱逃散が多大である。また、このような方法は、シートバーのコイラを使用しないエンドレス圧延には適用困難であるほか、接合時にクランプされあるいはピンチロールで抑えられるシートバー部分（シートバーのコイラ内の最外巻き部分、最外巻き部分に相当するとは限らない）の温度低下を防ぐことも困難である。

【0010】上記従来技術の諸問題に鑑み、本発明は、シートバーの長手方向に生じる温度差を効率のよい加熱手段によって低減し、さらにはスラブ加熱温度や仕上圧延速度の制限を緩和して、効率的な熱延鋼板の製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、とくに、エンドレス圧延、さらには、シートバーのコイラを用いたエンドレス圧延が適用される場合に好適な前記方法を提供することを目的とする。

【0011】また、本発明は、材料全長にわたって仕上出側温度を目標範囲に収まらせるに好適な前記方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、所定温度に加熱したスラブを粗圧延し、粗圧延したシートバーの先端部を先行シートバーの尾端部に接合し、仕上圧延して熱延鋼板を製造する熱延鋼板の製造方法において、接合後仕上圧延前にシートバーの長手方向の少なくとも一部分を幅全体にわたり高周波誘導加熱装置により加熱するこ

とを特徴とする熱延鋼板の製造方法（方法1）である。

【0013】また、本発明は、所定温度に加熱したスラブを粗圧延し、粗圧延したシートバーを巻き取り、巻き戻した後、その先端部を先行シートバーの尾端部に接合し、仕上圧延して熱延鋼板を製造する熱延鋼板の製造方法において、接合後仕上圧延前にシートバーの長手方向の少なくとも一部分を幅全体にわたり高周波誘導加熱装置により加熱することを特徴とする熱延鋼板の製造方法（方法2）である。

【0014】また、本発明は、前記方法1または2において、前記高周波誘導加熱装置による加熱を、加熱される部分の仕上出側温度が目標の温度になるように行う方法（方法3）である。また、本発明は、前記方法2において、スラブを加熱する所定温度を、コイル長手方向中央部の仕上出側温度が目標の温度範囲内となるように設定し、シートバーを巻き取りした際の最外巻きおよび最内巻きの少なくとも一方を含む部分を高周波誘導加熱装置により加熱し、コイル全長にわたり、仕上出側温度を目標の温度範囲内として仕上圧延する方法（方法4）であり、また、スラブを加熱する所定温度を、コイル長手方向中央部の仕上出側温度が目標の温度範囲内となるように設定し、シートバーを巻き取りした際の最外巻きおよび最内巻きの少なくとも一方を含む部分を高周波誘導加熱装置により加熱し、コイル全長にわたり、仕上出側温度をAr₃変態点以上の温度として仕上圧延する方法（方法5）であり、また、スラブを加熱する所定温度を、コイル長手方向中央部の仕上出側温度が目標の温度範囲内となるように設定し、シートバーを巻き取りした際の最外巻きおよび最内巻きの少なくとも一方を含む部分を高周波誘導加熱装置により加熱し、コイル全長にわたり、仕上出側温度をAr₃変態点以下の温度として仕上圧延する方法（方法6）であり、また、前記方法1～6のいずれかにおいて、スラブ加熱温度を1200°C以下とし、仕上圧延後の板厚を0.8～1.1mmとすることを特徴とする方法（方法7）である。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明は、所定温度のシートバーを仕上圧延して熱延鋼板を製造する熱延鋼板の製造方法において、仕上圧延前にシートバーの長手方向の少なくとも一部分を幅方向全体にわたり高周波誘導加熱装置により加熱することを要旨とする。図1は、本発明の実施形態の一例を示す模式図であり、(a)は仕上圧延前のシートバー1が、高周波コイル62、高周波電源61からなる高周波誘導加熱装置6によって加熱されている外観を、(b)はコイル電流とシートバー断面内の誘導電流の経路を、(c)はシートバー厚み方向の電流分布をそれぞれ示す。誘導電流は、図2(b)、(c)に示すように表皮効果、端面効果などによりシートバーの幅端部～表層部～幅端部を周回する向きに流れ、瞬時に発生するジュール熱によって材料温度を急速に上昇させる。こ

40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95

のような加熱方式によれば、シートバーの長手方向に生じた部分を幅全域にわたり均一にしかも急速に加熱することができるから、シートバー長手方向の温度不均一を速やかに解消することができる。

【0016】エンドレス圧延、さらにはシートバーコイラを用いたエンドレス圧延を行う場合に本発明を適用するには、接合後仕上圧延される前のシートバーに前記高周波加熱を施すのが好適である。なかでも、シートバーコイラ内でコイル状に巻かれて待機中に定常部よりも冷えた最外巻き部分および最内巻き部分に相当するシートバー先尾端部分を、接合後仕上圧延前に加熱するのが好ましい。

【0017】従来のようにシートバーコイラ内でコイル状材料を加熱する方法では、加熱の不要な中巻き部（シートバー定常部に相当）が必要以上に加熱されてしまうが、本発明によれば板状材料を加熱するから、必要な部分に無駄なく熱を供給でき加熱効率に優れる。これにより、薄物材の場合でも鋼板コイル全長にわたって仕上出側温度を目標の範囲内に収めることができ目的の材質を確保できて歩留りが向上する。

【0018】このときのスラブ加熱温度は鋼板コイル長手方向中央部の仕上出側温度が目標範囲内になるよう設定すればよい。したがってスラブ加熱温度の設定を従来より下げることができて、加熱エネルギーコストを大幅に低減することができる。さらには、トップ速度の設定を従来より高くすることも可能となる。また、スラブ加熱温度の設定を低くできることから、加熱炉内の耐火物などの劣化が比較的進みにくくなり、加熱炉補修の頻度が減り、補修コストを大幅に軽減できる。また、加熱炉内スラブの表面温度も下がるので、加熱炉内でのスケールロスが減少し、歩留りが改善される。さらに、スラブの存炉時間も短縮できるので、加熱炉の処理能力がアップする。一般に、エンドレス圧延による仕上圧延の処理能力は加熱炉の処理能力を上回るので、ライン全体としての生産能力も向上する。

【0019】また、本発明によれば、シートバーコイラ内で加熱するのではなく、その下流にある接合装置で接合した後に加熱するので、シートバーコイラから高周波誘導加熱装置入側まで先尾端部の温度を低いままにして搬送することができ、図2(c)斜線部に示すように、この搬送の間の輻射放熱差により図2(b)の従来例に比べて定常部との温度差が縮まった状態の先尾端部を加熱することができる。この斜線部は加熱に必要なエネル

ギーの大きさに対応するが、図2(c)の本発明例ではこれが図2(b)の従来例の2/3程度ですみ、エネルギーコストを軽減できると共に、加熱装置規模も小さくできるから設備コストも軽減できる。

【0020】また、本発明では、シートバーコイラから払いだしたシートバーの温度を実測してから、高周波誘導加熱装置がシートバー先尾端部に与える加熱量を設定することができるから、この実測温度と仕上入側温度目標との差に応じた加熱量を設定することで、従来よりも仕上入側温度を制御しやすくなる。さらに、仕上出側温度と仕上入側温度とは仕上圧延履歴を介して一方から他方を予測可能であるから、本発明では、前記加熱量を仕上出側温度目標に応じて設定すること、すなわち、前記高周波誘導加熱装置による加熱は、加熱される部分の仕上出側温度が目標の温度になるように行なうことが操業上最も好ましい実施形態として採用できる。

【0021】

【実施例】図3は、本発明の実施に適した熱間圧延ラインの一例を示す模式図である。図3において、材料（スラブ）1は、加熱炉から抽出された後、粗圧延機3にて粗圧延される。この後、シートバーコイラ4に巻き取り、さらに払いだして接合装置5を通過する際に、先端部は先行材尾端に、尾端部は後行材先端に接合される。接合後、材料（シートバー）1先尾端部分が高周波誘導加熱装置6で誘導加熱され、仕上圧延機7にて仕上圧延される。仕上圧延後、材料（鋼板）1の温度を仕上出側温度計8にて計測し、図示しない演算器で製品材質確保に関する温度情報を管理される。

（実施例1）図3の高周波誘導加熱装置は、実施例1で設置し、従来例では設置せず、熱間圧延ラインを用いて、仕上板厚1.1mmで仕上出側温度がAr₃変態点以上となるようにその目標範囲が850℃以上におかれた製品を、シートバー加熱を行わない従来例1、シートバー加熱をシートバーコイラ内で行う従来例2、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例1の三通りの条件で製造し、互いの操業ファクタを比較した結果を表1に示す。表1中に示す温度は、熱間圧延ライン各位置での材料先端部温度の計測値であり、材料長手方向の被計測位置は図2(a)～(c)のA点で示される。なお、尾端部の温度は先端部の温度にほぼ等しかった。

【0022】

【表1】

操業ファクタ	従来例1	従来例2	実施例1
シートバー加熱装置位置	なし	シートバー内	仕上入側
加熱炉抽出温度	1260°C	1280°C	1200°C
シートバー内温度	1100°C	1070→1160°C 90°C加熱	1070°C
先端部仕上入側温度	980°C	1020°C	980→1020°C 60°C加熱
先端部仕上出側温度	830°C	850°C	850°C
先端部製品材質	×	○	○
加熱炉の補修	1回/週	1回/月	1回/月
生産能力	450ton/時	600ton/時	600ton/時
加熱コスト	×	△(1)	○(2/3)

() 内はシートバー加熱装置のエネルギー比

【0023】表1より、シートバー加熱を行わない従来例1では、スラブを加熱炉で設定できる最高温度1260°Cまで加熱した。粗圧延後のシートバー温度は1100°Cであるが、シートバー内コイル状材料の最外巻き部と最内巻き部(シートバー先端部)が冷えて、この部分では、仕上入側温度が980°Cに低下し、仕上出側温度が830°Cとなって目標の850°Cを下回ったため目的の材質が得られなかった。また、スラブ加熱温度が1260°Cと非常に高いため、加熱コストが高く、また加熱炉内の耐火物などの劣化が早く、週1回の加熱炉補修を要した。生産能力は450ton/時にとどまった。

【0024】シートバー加熱をシートバー内で行う従来例2では、スラブ加熱温度を1200°Cに下げても、シートバー内コイル状材料の先端部を加熱し、かつ加熱しなかった部分は仕上圧延機内での水冷を緩くすることにより長手方向全体にわたって仕上出側温度目標の850°Cを確保できた。スラブ加熱温度を従来例1よりも下げ得たので加熱炉の補修は月1回で済んだ。生産能力は600ton/時に上がった。しかし、シートバー内での材料先端部の必要加熱代が90°Cと大きく、大規模な加熱装置が必要で設備コストが高かったうえ、シートバー加熱エネルギーが大きかったので加熱コ

ストの低減効果が十分でなかった。

【0025】これに対し、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例1では、長手方向全体にわたって仕上出側温度目標が確保でき、スラブ加熱温度、加熱炉補修頻度、生産能力は従来例2と同レベルであって、なおかつ、材料先端部の必要加熱代が60°Cに低減し、加熱装置の設備規模を縮小でき、シートバー加熱エネルギーは従来例2の2/3となり加熱コストが十分低減した。

(実施例2) 図3の高周波誘導加熱装置は、従来例では設置せず、実施例2で設置した熱間圧延ラインを用いて、仕上板厚1.1mmで仕上出側温度がAr₃変態点以下となるようにその目標範囲が820°C以下におかれた製品を、シートバー加熱を行わない従来例3、シートバー加熱をシートバー内で行う従来例4、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例2の三通りの条件で製造し、互いの操業ファクタを比較した結果を表2に示す。表2中に示す温度は、熱間圧延ライン各位置での材料先端部温度の計測値であり、材料長手方向の被計測位置は図2(a)～(c)のA点で示される。なお、尾端部の温度は先端部の温度にほぼ等しかった。

【0026】

【表2】

操業ファクタ	従来例3	従来例4	実施例2
シートバー加熱装置位置	なし	シートバー内	仕上入側
加熱炉抽出温度	1080°C	1000°C	1000°C
シートバー内温度	950°C	890→950°C 60°C加熱	890°C
先端部仕上入側温度	870°C	870°C	830→870°C 40°C加熱
先端部仕上出側温度	800°C	800°C	800°C
先端部製品材質	○	○	○
トップ速度	1050mm/min	1250mm/min	1250mm/min
生産能力	550ton/時	800ton/時	600ton/時
加熱コスト	×	△(1)	○(2/3)

() 内はシートバー加熱装置のエネルギー比

【0027】表2より、シートバー加熱を行わない従来例3では、スラブを1080°Cまで加熱した。粗圧延後のシートバー温度は950°Cであるが、シートバーコイラ内でコイル状材料の最外巻き部と最内巻き部(シートバー先端部分)が冷えて、この部分では、仕上入側温度が870°Cに低下し、仕上出側温度が800°Cとなって目標の820°C以下にすることはできたが、シートバーコイラ内の先端部の温度低下を見込んでスラブ加熱温度を高めにしていることから、仕上入側での定常部の温度が920°Cと比較的高く、仕上圧延で大幅に加速すると仕上出側温度がAr₃変態点を超えててしまうためトップ速度を1050mm/minに抑えざるを得ず、生産能力が550ton/時にとどまった。

【0028】シートバー加熱をシートバーコイラ内で行う従来例4では、スラブ加熱温度を1000°Cに下げても、シートバーコイラ内でコイル状材料先端部を加熱したので、この部分の仕上出側温度は800°Cとなった。スラブ加熱温度を従来例3よりも低くでき、トップ速度を1250mm/minに上げても定常部の仕上出側温度を800°Cに保持でき、生産能力が600ton/時に上がった。しかし、シートバーコイラ内の材料先端部の必要加熱代が60°Cと大きく、大規模な加熱装置が必要で設備コストが高かつたうえ、シートバー加熱エネルギーが大きかったので加

熱コストの低減効果が十分でなかった。

【0029】これに対し、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例2では、仕上出側温度目標が確保でき、スラブ加熱温度、トップ速度、生産能力は従来例4と同レベルであって、なおかつ、材料先端部の必要加熱代が40°Cに低減し、加熱装置の設備規模を縮小でき、シートバー加熱エネルギーは従来例2の2/3となり加熱コストが十分低減した。

(実施例3) 図3の高周波誘導加熱装置6は、実施例3で設置し、従来例では設置せず、熱間圧延ラインを用いて、仕上板厚0.8mmで仕上出側温度がAr₃変態点以上となるようにその目標範囲が850°C以上におかれた製品を、シートバー加熱を行わない従来例5、シートバー加熱をシートバーコイラ内で行う従来例6、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例3の三通りの条件で製造し、互いの操業ファクタを比較した結果を表3に示す。表3中に示す温度は、熱間圧延ライン各位置での材料先端部温度の計測値であり、材料長手方向の被計測位置は図2(a)～(c)のA点で示される。なお、尾端部の温度は先端部の温度にほぼ等しかった。

【0030】

【表3】

11

12

操業ファクタ	従来例 5	従来例 6	実施例 3
シートバー加熱装置位置	なし	シートバーコイラ内	仕上入側
加熱炉抽出温度	1260°C	1240°C	1240°C
シートバーコイラ内温度	1100°C	1085→1190°C 105°C加熱	1085°C
先端部仕上入側温度	970°C	1030°C	960→1030°C 70°C加熱
先端部仕上出側温度	825°C	850°C	850°C
先端部製品材質	×	○	○
加熱炉の補修	1回/週	2回/月	2回/月
生産能力	420ton/時	470ton/時	470ton/時
加熱コスト	×	△(1)	○(2/3)

() 内はシートバー加熱装置のエネルギー比

【0031】表3より、シートバー加熱を行わない従来例5では、スラブを加熱炉で設定出来る最高温度1260°Cまで加熱した。粗圧延後のシートバー温度は1100°Cであるが、シートバーコイラ内でコイル状材料の最外巻き部と最内巻き部(シートバー先尾端部分)が冷えて、この部分では、仕上入側温度が970°Cに低下し、仕上出側温度が825°Cとなって目標の850°Cを下回ったため目的の材質が得られなかった。また、スラブの加熱温度が1260°Cと非常に高いため、加熱コストが高く、また加熱炉内の耐火物など劣化が早く、週1回の加熱炉補修を要した。生産能力は420ton/時にとどまった。

【0032】シートバー加熱をシートバーコイラ内で行う従来例6では、スラブ加熱温度を1240°Cに下げても、シートバーコイラ内でコイル状材料の先尾端部を加熱し、かつ加熱しなかった部分は仕上圧延機内での水冷を緩くすることにより長手方向全体にわたって仕上出側温度目標の850°Cを確保できた。スラブ加熱温度を従来例5よりも下げ得たので加熱炉の補修は月2回で済んだ。生産能力は470ton/時に上がった。しかし、シートバーコイラ内での材料先尾端部の必要加熱代が105°Cと大きく、大規模な加熱装置が必要で設備コストが高かったうえ、シートバー加熱エネルギーが大きかったので加熱コ

ストの低減効果が十分でなかった。

【0033】これに対し、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例3では、長手方向全体にわたって仕上出側温度が目標どおり確保でき、スラブ加熱温度、加熱炉補修頻度、生産能力は従来例6と同レベルであって、なおかつ、材料先尾端部の必要加熱代が70°Cに低減し、加熱装置の設備規模を縮少でき、シートバー加熱エネルギーは従来例6の2/3となり加熱コストが十分低減した。

(実施例4) 図3の高周波誘導加熱装置6は、従来例では設置せず、実施例4で設置した熱間圧延ラインを用いて、仕上板厚0.8mmで仕上出側温度がAr3変態点以下となるようにその目標範囲が820°C以下におかれた製品を、シートバー加熱を行わない従来例7、シートバー加熱をシートバーコイラ内で行う従来例8、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例4の三通りの条件で製造し、互いの操業ファクタを比較した結果を表4に示す。表4中に示す温度は、熱間圧延ライン各位置での材料先端部温度の計測値であり、材料長手方向の被計測位置は図2(a)～(c)のA点で示される。なお、尾端部の温度は先端部の温度にほぼ等しかった。

【0034】

【表4】

操業ファクタ	従来例7	従来例8	実施例4
シートバー加熱装置位置	なし	シートバーコイラ内	仕上入側
加熱炉抽出温度	1100°C	1000°C	1000°C
シートバーコイラ内温度	970°C	890→970°C 80°C加熱	890°C
先端部仕上入側温度	880°C	880°C	820→880°C 80°C加熱
先端部仕上出側温度	800°C	800°C	800°C
先端部製品材質	×	○	○
トップ速度	1100mm/min	1300mm/min	1300mm/min
生産能力	480ton/時	520ton/時	520ton/時
加熱コスト	×	△(1)	○(3/4)

() 内はシートバー加熱装置のエネルギー比

【0035】表4より、シートバー加熱を行わない従来例7では、スラブを1100°Cまで加熱した。粗圧延後のシートバー温度は970°Cであるが、シートバーコイラ内でコイル状材料の最外巻き部と最内巻き部（シートバー先端部）が冷えて、この部分では、仕上入側温度が880°Cに低下し、仕上出側温度が800°Cとなって目標の820°C以下にすることはできたが、シートバーコイラ内の先端部の温度低下を見込んでスラブ加熱温度を高めにしていることから、仕上入側での定常部の温度が930°Cと比較的高く、仕上圧延で大幅に加速すると仕上出側温度がAr₃変態点を越えてしまうためトップ速度を1100mm/minに抑えざるを得ず、生産能力が480ton/時にとどまった。

【0036】シートバー加熱をシートバーコイラ内で行う従来例8では、スラブ加熱温度を1000°Cに下げてもシートバーコイラ内でコイル状材料の先端部を加熱したので、この部分の仕上出側温度は800°Cとなった。スラブ加熱温度を従来例7よりも低くでき、トップ速度を1300mm/minに上げても定常部の仕上温度を800°Cに保持でき、生産能力が520ton/時に上がった。しかし、シートバーコイラ内の材料先端部の必要加熱代が80°Cと大きく、大規模な加熱装置が必要で設備コストが高かったうえ、シートバー加熱エネルギーが大きかったので加熱コストの低減効果が十分でなかった。

【0037】これに対し、シートバー加熱を仕上入側で行う実施例4では、仕上出側温度が目標どおり確保でき、スラブ加熱温度、トップ速度、生産能力は従来例8と同レベルであって、なおかつ、材料先端部の必要加熱代が60°Cに低減し、加熱装置の設備規模を縮小でき、シートバー加熱エネルギーは従来例8の3/4となり加熱コストが十分低減した。

【0038】上記実施例では、従来例と比較するため、仕上圧延機入側のシートバー加熱装置（高周波誘導

加熱装置）で加熱する材料部分を、シートバーコイラ内コイル状材料の最外巻き部と最内巻き部に相当するシートバー先端部に限ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、仕上入側の材料長手方向で他の部分よりも低温の部分であればどの部分を加熱してもよいし、仕上圧延速度が相対的に低い部分全体を加熱するなどしてもよい。例えば、0.8mm厚の製品を製造する場合、Ar₃変態点以上の仕上出側温度を確保するために、前記最外巻き部、最内巻き部よりもさらに奥の部分、具体的には先端部からそれぞれ20~30m程度の部分を加熱するのがよい。

【0039】また、上記実施例では、シートバーコイラを使用するエンドレス圧延について示したが、本発明によれば、シートバーコイラを使用しないエンドレス圧延の場合に接合装置のクランプによる温度低下部分を加熱して、この温度低下を補償することもできる。また、上記実施例では、仕上出側温度目標をAr₃変態点をベースに設定する材料について示したが、本発明は、変態点をもたない材料、例えばステンレス鋼等の熱間圧延にも適用できる。

【0040】

【発明の効果】かくして本発明によれば、ラインの適所に設けた高周波誘導加熱装置でシートバーを加熱することによりシートバー先端部の仕上出側温度を所望の温度に制御できることから、スラブ加熱温度や圧延速度の制約を大幅に緩和して製品全長にわたって仕上出側温度ならびに材質を目標の範囲内に確保でき、高い歩留りで製品を製造できると共に、加熱に要するエネルギーコストも大幅に軽減できるという格段の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の一例を示す模式図である。

【図2】シートバーコイラ巻き取りから仕上出側までの材料長手方向温度履歴を（a）、（b）は従来例、

(c) は本発明例について示すグラフである。

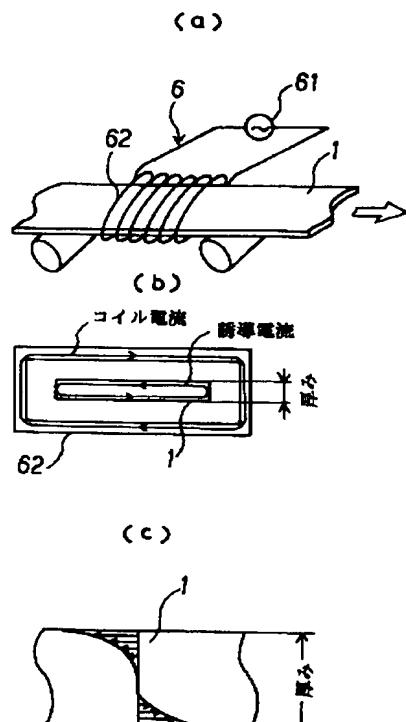
【図3】本発明の実施に適した熱間圧延ラインの一例を示す模式図である。

【符号の説明】

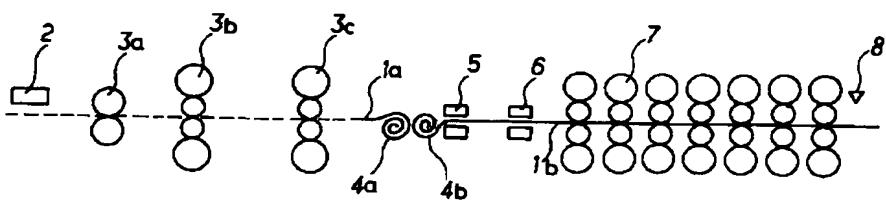
- 1 材料 (スラブ, シートバー, 鋼板)
- 2 加熱炉
- 3 粗圧延機

- 4 シートバーコイラ
- 5 接合装置
- 6 高周波誘導加熱装置
- 7 仕上圧延機
- 8 仕上出側温度計
- 61 高周波電源
- 62 高周波コイル

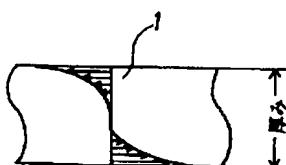
【図1】



【図3】



(c)



【図2】

